

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский  
Университет ИТМО  
Мегафакультет Компьютерных Технологий и Управления  
Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники



**Вариант №39**  
**Лабораторная работа №2**  
по дисциплине  
**Информатика**

Выполнил Студент группы Р3116  
**Алексей Лапин**  
Преподаватель:  
**Машина Екатерина Алексеевна**

г. Санкт-Петербург  
2021г.

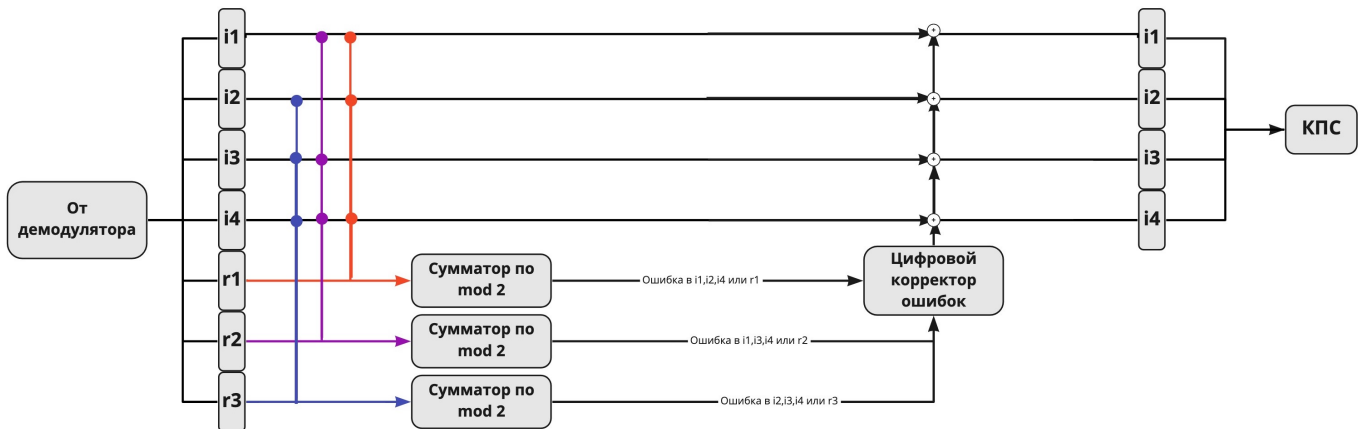
# Содержание

<b>1</b>	<b>Выполнение заданий</b>	<b>3</b>
1.1	Задание 1 . . . . .	3
1.2	Задание 2 . . . . .	3
	№35 . . . . .	3
	№62 . . . . .	4
	№89 . . . . .	4
	№4 . . . . .	4
1.3	Задание 3 . . . . .	5
	№40 . . . . .	5
1.4	Задание 4 . . . . .	5
1.5	Задание 5 . . . . .	6
	Код . . . . .	6
	Результат выполнения: . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Вывод:</b>	<b>6</b>
	<b>Литература</b>	<b>6</b>

# 1 Выполнение заданий

## 1.1 Задание 1

Схема декодирования классического кода Хэминга (7;4)



## 1.2 Задание 2

Показать, исходя из выбранных вариантов сообщений, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие.

№35

	1	2	3	4	5	6	7	
	0	1	1	1	0	1	0	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$S$
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

Ошибка в бите  $i_1$

Правильное сообщение: 0010

## №62

	1	2	3	4	5	6	7	
	0	1	0	1	1	0	0	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	S
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

Ошибка в бите  $i_1$

Правильное сообщение: 1100

## №89

	1	2	3	4	5	6	7	
	0	1	0	1	1	1	0	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	S
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

Ошибка в бите  $i_2$

Правильное сообщение: 0010

## №4

	1	2	3	4	5	6	7	
	0	1	0	0	0	0	0	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	S
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

Ошибка в бите  $r_2$

Правильное сообщение: 0000

### 1.3 Задание 3

Показать, исходя из выбранных вариантов сообщений, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие.

№40

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
$2^2$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$r_4$	$i_5$	$i_6$	$i_7$	$i_8$	$i_9$	$i_{10}$	$i_{11}$	S
1	X		X		X		X		X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X			X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X					X	X	X	X	$s_3$
8								X	X	X	X	X	X	X	X	$s_4$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_4 = r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

Ошибка в бите  $i_3$

Правильное сообщение: 000000000010

### 1.4 Задание 4

Сложить номера всех 5 вариантов заданий. Умножить полученное число на 4. Принять данное число как число информационных разрядов в передаваемом сообщении. Вычислить для данного числа минимальное число проверочных разрядов и коэффициент избыточности.

**Число информационных разрядов:**  $4 \cdot (35 + 62 + 89 + 4 + 40) = 920$

**Минимальное число проверочных разрядов:**

$$2^r \geq r + i + 1$$

$$2^9 = 512 < 9 + 920 + 1 < 10 + 920 + 1 < 2^{10}$$

$\Rightarrow$  Минимальное число проверочных разрядов = 10

**Коэффициент избыточности:**

$$k = \frac{\text{число проверочных разрядов}}{\text{общее число разрядов}}$$

$$k = \frac{10}{930} = \frac{1}{93} \approx 0,01$$

## 1.5 Задание 5

Написать программу на любом языке программирования, которая на вход из командной строки получает набор из 7 цифр "0" и "1" записанных подряд, анализирует это сообщение на основе классического кода Хэминга (7,4), а затем выдаёт правильное сообщение (только информационные биты) и указывает бит с ошибкой при его наличии.

### Код

```
1 import re
2 from functools import reduce
3 bits= [int(i) for i in input()]
4 a=[]
5 cr = 1
6 ci = 1
7 for i in range(len(bits)):
8     if i+1 & i == 0: #проверяем является ли i степенью 2
9         a.append(f"r{cr}")
10        cr+=1
11    else:
12        a.append(f"i{ci}")
13        ci+=1
14 f = reduce(lambda x,y: x~y,[i for i, bit in enumerate(bits,1) if bit])
15 if f != 0:
16     print(f"Ошибка в бите {a[f-1]}")
17     bits[f - 1] = int(not bits[f - 1])
18 else:
19     print(f"Ошибок нет")
20 print(f"Правильное сообщение:{''.join([str(bits[i]) for i in range(len(bits)) if not(re.match
    (r'~r', a[i]))])}")
```

### Результат выполнения:

```
0101100
Ошибка в бите i1
Правильное сообщение:1100
```

## 2 Вывод:

В этой лабораторной работе я познакомился помехоустойчивыми кодами. Научился работать с кодом Хэминга.

## Список литературы

- [1] «How to send a self-correcting message (Hamming codes)» — 3Blue1Brown
- [2] What is error correction? Hamming codes in hardware — Ben Eater